

基于 GIS 的池塘养殖适宜性评价—以河南省为例

杜宁^{1,2}, 杨宁生², 孙英泽²

(1. 上海水产大学 经济管理学院, 上海 200090; 2. 中国水产科学研究院 信息与经济研究中心, 北京 100039)

摘要: 本项目着重于池塘养殖适宜性评价方法的研究。以河南省池塘养殖适宜性评价为例, 利用 GIS 技术建立综合评价该地区池塘养殖适宜性的数量化方法。结合河南省实际情况, 通过查阅文献、咨询水产养殖学专家及当地养殖专家, 运用多元回归分析, 选取池塘蓄水能力、与水源的距离、土壤保水性、坡度倾斜率、土壤酸碱度、养殖经验、养殖技术人员、养殖劳动力、渔民家庭占农民家庭比重、商品鱼基地面积、人口密度、人均收入、批发市场数量等 13 个评价因子, 将之分成 4 个子模型, 分别是水的获得能力子模型、土地自然条件子模型、知识及基础设施投入子模型、市场子模型。利用计算机技术将研究区域分成了 $1\,750 \times 1\,150$ 共 2 012 500 个栅格, 每个栅格作为 1 个基本的评价单元; 将 13 个因子在统一的地理坐标系统下, 分别构造各自新的空间信息, 生成单因子评价层; 应用层次分析法 AHP (Analytical Hierarchy Process) 确定因子对池塘养殖适宜性的贡献率, 即权重, 构建池塘养殖适宜性子评价模型、综合评价模型。同时, 利用地理信息系统软件 IDRISI 对评估模型进行综合运算, 得出该省适合池塘养殖发展的 4 类地区的分布, 即非常适宜区域、适宜区域、勉强适宜区域和不适宜区域。为池塘养殖规划及管理提供参考依据。[中国水产科学, 2008, 15 (3): 476-482]

关键词: 池塘养殖; 适宜性; 评价模型; 地理信息系统

中图分类号: S92

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)03-0476-07

地理信息系统 (GIS) 是以地理空间数据库为基础, 在计算机硬件支持下, 对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息。GIS 技术的最重要特征是具有集成管理大量多专题的空间与属性数据的能力, 其强大的空间数据处理和分析功能, 不仅可以成功地支持整个评价过程, 实现指标的空间分布可视化, 还可以获得评价目标的深层次信息。GIS 起源于 20 世纪 60 年代, 40 多年来已广泛应用于军事、工程、资源管理、交通运输、科研教育、环保旅游、金融保险、企业决策等领域之中。GIS 已广泛应用于土地资源的研究并且在理论及方法上日趋成熟。主要应用在农业土地、林牧业土地、城市土地、旅游用地评价^[1]。如王桂芝^[2]在三亚市进行的热作土地适宜性评价, 评价采用 ARC/INFO 软件完成空间数据和属性数据的处理, 划分出 5 种作物的适宜等级; 陈松林^[3]在漳州进行的荒地资源适宜性评价, 选取了 11 个评价指标, 应用 ARC/INFO 软件, 对荒地资源的宜耕、宜园

和宜林的适宜性进行了评价; 余济云等^[4]以“立地亚区”为评价单元, 评定了湖南马尾松水土保持林立地在涵养水源、固持土壤和林分生产力上的质量等级; 刘黎明等^[5]从土地可持续性角度, 建立了草地资源可持续利用评价指标体系的层次结构和基本框架; 蒋建军等^[6]针对城市土地定级估价与城市规划脱节的弊端, 以江苏省镇江市为研究对象, 运用控制性详规成果, 以规划地块为评价单元, 进行地价评估, 成果更具实用性, 并可预测随城市规划逐步实施后的地价变化。另外, 西藏阿里地区的景观类型、资源单体的综合定量评价^[7]以及贵州喀斯特峡谷景观的旅游价值评价^[8]研究中都应用了 GIS 技术。GIS 应用于中国渔业起步较晚, 应用的范围还非常有限^[9]。多数是用于对海洋渔业环境的评价和渔业资源的评估^[10]。GIS 应用于内陆水产养殖的研究还很少, 尚未见到相关的研究报道。

池塘养殖适宜性评价是养殖资源利用和发展规划的主要依据。该评价是对一定的空间区域, 通过相关调查数据的计算确定适宜等级, 空间位置与调

收稿日期: 2008-01-21; 修订日期: 2008-03-06.

基金项目: Determination of High Potential Aquaculture Development Areas and Impact in Africa and Asia (81056582).

作者简介: 杜宁 (1983-), 女, 硕士研究生, 专业方向为经济信息分析. E-mail: seele_dn@126.com

通讯作者: 杨宁生. E-mail: nsyang@cafs.ac.cn

查数据存在密切的对应关系。如果用传统的作业方式,图件的叠加难以实现精确定位;数据处理过程中图形与调查数据不存在物理关系的对应,数据处理繁琐,易于出错;各作业环节之间也不存在对应的物理关系,因此重复劳动多,效率低。而这些在效率和应用上存在的问题运用 GIS 比较方便的加以解决。

本研究利用 GIS 技术对河南省池塘养殖自然环境、社会经济资源进行适宜性评价,并将其结果划分出适宜等级,以此来确定资源结构的等级,使池塘养殖评价方法数字化,拓宽评价研究的广度和深度。为充分发挥池塘养殖资源的生产潜力、保护并合理利用养殖资源,提供科学依据,进而为池塘养殖生产和管理服务。

1 河南省地理特点

河南省总体地势为西高东低。西部为石质山地、黄土丘陵和盆地,东部为广阔的平原,山系略成“△”环绕平原。该平原是华北大拗陷的部分,接受黄河、淮海水系的泥沙充填堆积而成,组成北部的黄河冲积扇平原和南部的淮河冲积湖平原。此外,黄河从孟津以下入平原,河道拓宽,泥沙大量淤积,分布有黄泛形成的潭坑、洼地、沙丘、故道台地等特殊地貌。

上述地貌地形组合,影响大气环流,使东南季风在山前受阻形成大别山北坡朱冲(冷峰型)、伏牛山东缘鸡冢(气旋波型)以及豫北太行山东麓南寨(低涡型)的3个暴雨中心,从而引起纬向地带性降水分布的再分配,形成降水量与径流量南多北少,同一纬度西部多东部少,山区多平原少的特点。因而在人为调节、控制水资源的情况下,形成山丘区以水库、堰坝为主,平原区以排洪涝的河沟、坑塘为主的渔业格局。在大的格局制约下,又由于水量冲沛程度的差别,在不同地貌区出现不同的渔业水域组合。全省有:(1)太行山丘区,水库、堰坝组合;(2)豫西山丘、台地,水库、堰坝、蓄水池组合;(3)南阳盆地,水库、堰坝、村塘组合;(4)大别山、桐柏山丘区,水库、塘堰坝组合;(5)北部平原,坑塘、洼淀组合;(6)南部平原,河沟、河网、村庄围塘及洼地湖泊组合;(7)黄河南岸潭坑看、盐碱沼泽、城湖、故道组合¹⁾。

2 评价技术流程及主要方法

2.1 技术流程

基于 GIS 支持下的池塘养殖适宜性评价,遵循的流程如图 1 所示。

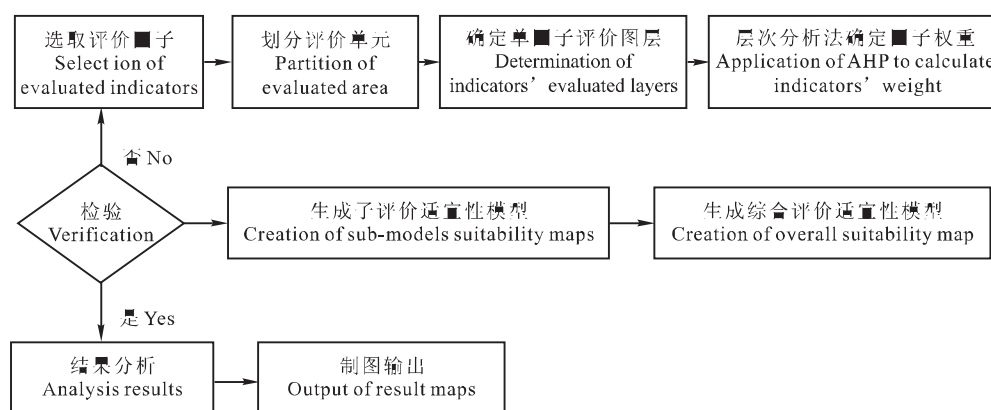


图 1 基于 GIS 的池塘养殖适宜性评价流程

Fig.1 Flow chart of GIS-based aquaculture suitability

2.2 选取评价因子

目前,池塘养殖适宜性评价还没有通用的原则,本研究借鉴了 FAO《土地评价纲要》^[1]中对土地的评价原则:

(1) 主导性原则,选择对资源利用方式有较大

影响的因子。

(2) 差异性原则,选取的因子在评价区域内的差异应较大。

(3) 稳定性原则,选取的评价因子在时间序列上应具有相对的稳定性,因此评价的结果能够有较

1) 河南省渔业局. 河南省水产资源及其开发利用的研究 [C].1987.

长的有效期。

(4) 因地制宜原则,所选因素应与当地的资料技术水平相协调,充分利用当地现有的资料,选取评价因子应与评价区域的大小有密切的关系,应采用最接近的现势性较好的数据。

基于以上原则并结合专家咨询法及多元回归

分析法,最终选取了反映池塘养殖适宜性的 13 个具有代表性的评价指标,组成了相关的指标评价体系(表 1)。数据主要来源于中国渔业统计年鉴^[1]、河南省统计年鉴^[12]、河南省水利厅^[13]²⁾及河南省水产局提供的统计数据³⁾、中国气象年鉴^[14]。

表 1 基于 GIS 的池塘养殖适宜性评价的主要影响因素
Tab.1 Driving factors for GIS-based evaluation of aquaculture suitability

因素 Factor	各因子及其表达 Indicators and proxy function
自然因素 Physical factors	
水的获得能力 Water availability	池塘用水的可持续时间(周) 池塘养殖的时间长度 与水源的接近程度(m) 可用于池塘养殖水的提供
土地自然条件 Land and soil condition	土壤类型 土地的渗水能力 坡度倾斜率(%) 池塘建设的 难易程度 土壤酸碱度 池塘养殖酸碱度限制
社会经济因素(以县为评价单位) Social-economic factors (county-level estimates)	
知识及基础设施投入 Availability and access to inputs-knowledge and infrastructure	划分池塘养殖经验 池塘养殖经验 养殖技术人员(人) 技术知识的获得能力 池塘养殖工人(人) 劳动力的可获得能力 渔民家庭占农业家庭的比重(%) 池塘养殖的显著程度 商品鱼基地面积(km ²) 重要饲料的需求
市场 Market	人口密度(人/km ²) 当地鱼类消费品的需求 城镇人均收入(元) 鱼类产品的购买力 批发市场数量(个) 购买的难易程度

2.3 确定评价单元—生成评价底图

评价单元是池塘养殖适宜性评估的基本单位和制图的基本图斑。本研究采用空间叠加分析法划分评价单元。这是一种将两层地图要素迭加产生一个新的要素层的操作。原来的要素包括空间坐标和专业属性两部分,通过将图斑分割、剪断、套合,然后生成新的要素,综合了原来两层要素所具有的属性。空间迭加后不仅产生新的空间特征,还将输入特征的属性联系起来,产生新的属性。迭加结果是新的矢量数据和属性数据。本研究将河南省划分为 1 750×1 150 共 2 012 500 个栅格,其中每个栅格代表 500 m×500 m 大小,每个栅格作为 1 个独立的评价单元。以河南省 126 个县市作为评价单位。

2.4 确定单因素评价图层

本研究中的单因素评价图层是指上述选择的 13 个因素分别生成的 13 张地图。其中,社会经济因素评价图是利用 IDRISI 中的 Database Workshop

将属性数据库与评价底图连结,转化成矢量地图,再把矢量图转换成栅格地图;而因素“与水源的距离”是利用了 IDRISI 中的耗费模块 COST 计算得到;“坡度比率”及“土壤酸碱度”是从现状地形的数字高程模型(DEM)中计算得到;因素“池塘蓄水能力图”则是通过收集了河南省 11 个天文观测站及河南省毗邻的其他省市 13 个天文观察站 2001~2005 年共 5 年的降水量、日照、风速、湿度、平均温度、最高温度、最低温度等气象数据,采用世界渔业组织中心(WorldFish Center)自主开发的 AGRAQUA 软件,生成了河南省池塘蓄水能力图。评估池塘蓄水能力的传统方法是用降雨及地表水的总量直接减去土壤渗透及蒸发流失的量,而本研究中所使用的利用的 AGRAQUA 模型则是通过对当地的主要气候及水文因素进行换算后得出更加科学的结果。

在同一个评价体系中,根据不同准则所确定的属性,由于各个准则的计算单位不同,相互之间

1) 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴-2006[M]. 2006.
2) 河南省水利厅. 河南省水功能区划报告[C]. 2003.
3) 河南省渔业局. 河南省渔业统计年鉴-2006[C]. 2006.

的差异非常大,往往无法进行比较。为此,要对各因子地图做标准化处理,转化成一种统一的计量尺度,使每一个因子地图的属性值转化为一个在 $[0, 1]$ 或 $[0, 255]$ 之间的数值^[15]。本研究中采用 IDRIS 中 FUZZY 模块完成地图标准化,使各因子地图属性值介于 $[0, 255]$ 之间。

2.5 确定权重——层析分析法

池塘养殖适宜性是多种因素综合作用的结果,不仅各因素之间相互联系、相互制约,而且每一种因素对适宜性的影响程度也不同,即各因素的权重不同。目前,最常用的方法是以专家评分法等主观赋值法来确定其各自的权重。

为了增加赋值的科学性,降低主观性,本研究采用了层次分析法 (AHP, Analytical Hierarchy Process)。AHP 是由美国匹兹堡大学教授 Saaty 在 20 世纪 70 年代提出一种多目标决策分析方法,是系统工程中对非定量事件作定量分析的一种简

便方法,也是对人们主观判断做出客观描述的一种有效方法^[16]。其基本原理是根据分析对象的性质和决策或评价的总目标,把总体现象中各种影响因素通过划分相互联系的有序层次使之条理化。首先,按照因素间的相互关联影响以及隶属关系,将这些因素按支配关系分组形成有序的递阶层次结构。其次,根据对客观现象的主观判断,通过两两比较的方式,就每一个层次因素的相对重要性给予量化描述。最后,综合专家的判断,利用数学方法,决定决策诸因素相对重要性总的顺序。AHP 是一个多层次的分析结构中,最终被系统分析归结为最低层相对于最高层的相对重要性数值的确定或相对优劣次序的排列问题^[17]。AHP 由于其自身的特点和优点而在许多研究领域得到广泛应用。

2.5.1 建立结构层次模型 模型中的结构层次关系如图 2 所示。

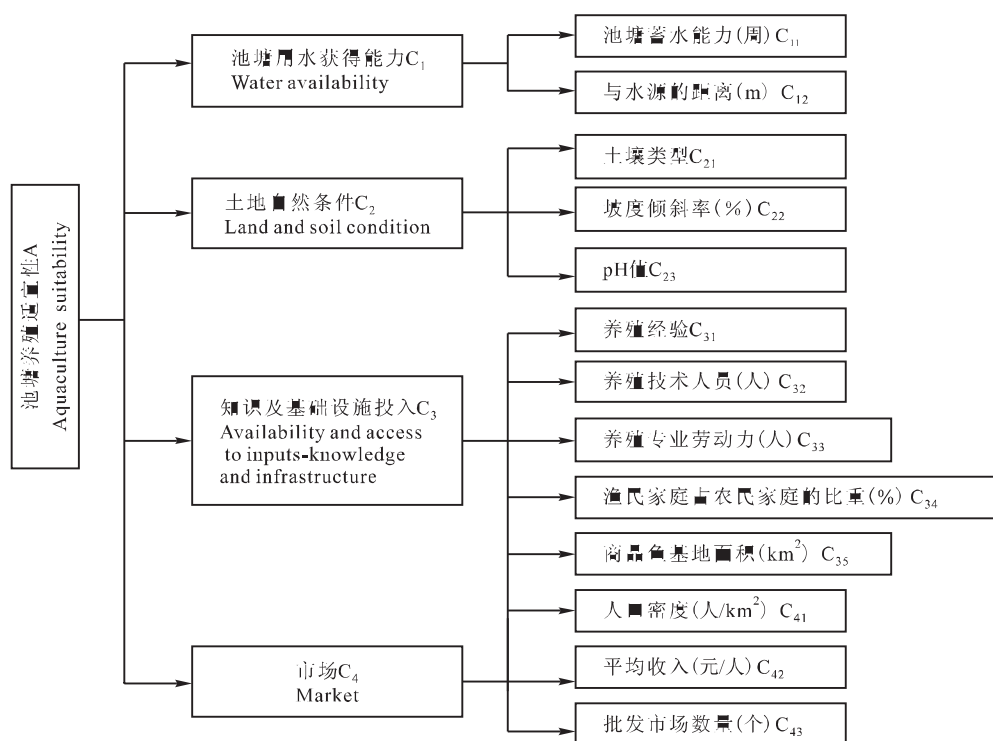


图 2 基于 GIS 的池塘养殖适宜性层次关系

Fig.2 Hierarchy of aquaculture suitability based on GIS

2.5.2 构造判断矩阵以及一致性检验 矩阵元素的值反映了人们对各因素相对重要程度的认识,一般采用 1~9 标度。为了使结果客观,判断矩阵的具体数值用多个专家打分的方法来获得,

取其平均值。构造判断矩阵后,利用其求权重系数。求权重系数有多种方法,本研究使用的是成对比较法。由于判断矩阵的元素是根据经验判断确定的标度值,难免会出现片面性,为了防止这

种片面性导致的错误,需要对判断矩阵进行一致性检验,判断其一致性。一致性检验系数 CR,计算公式为: $CR=CI/RI$ 。其中, CI 是一致性指标, $CI=\lambda_{\max}-n/n-1$ ($\lambda_{\max}$ 是判断矩阵的最大特征值, n 是准则个数), RI 是平均随机一致性指标,与判断矩阵阶数 n 有关,其值可以通过随机不一致指数表查得。当 $CR<0.10$,认为层次单排序结果具有一致性,否则需要调整判断矩阵的元素取值。

给出相关结果:相对于 $[C_2, C_{2i}]$ 层的权重系数为 0.539 6、0.163 4、0.297 0, $CR=0.01<0.1$; 相对于 $[C_3, C_{3i}]$ 层的权重系数为 0.221 4、0.381 0、0.178 2、0.125 3、0.094 2; $CR=0.02<0.1$; 相对于 $[C_4, C_{4i}]$ 的权重系数为 0.297 0、0.539 6、0.163 4; $CR=0.01<0.1$; 相对于 $[A, C]$ 层的权重系数为 0.232 6、0.277 8、0.365 9、0.123 8; $CR=0.02<0.1$ 。

2.6 生成子模型及综合评价模型

采用 MCE 法生成子模型及综合评价模型。多准则评价 (MCE, Multi-Criteria Evaluation) 提供了一种在多重因素、多重标准,甚至相互冲突因素影响下,对一系列可行的方案进行评价和决策的方法^[15]。多准则的理论、方法,自 20 世纪 70 年代早期就有大量的相关文献、专著出版,可以在很多适宜性问题中使用^[18]。

利用计算得到的各因子权重值,采用 IDRISI 中 MCE 模块生成子评价模型及综合评价模型,综合评价模型见图 3。该图以河南省 126 个市县行政区划为边界。由于 2.4 中将所有单因子地图进行了标准化处理,各因子属性值统一转化为 $[0, 255]$ 之间的数值,因此子模型评价图及综合评价模型图的属性数值也介于 $[0, 255]$ 之间。在图 3 中,浅色处代表池塘养殖适宜性较差区域,随着颜色深度递增,颜色越深的区域池塘养殖适宜性越好。

利用 IDRISI 中的 HISTO 模块生成综合评价结果的线性直方图进行等级自然间断分类,详见图 4 (该线性直方图中横坐标表示属性数值,纵坐标表示栅格数量)。从图 4 线性直方图中可以看出 4 个明显的等级划分间断点,故本研究将综合评价结果按照这 4 个间断点进行等级划分,即非常适宜 ($165<\text{value}<239$)、适宜 ($120<\text{value}<165$)、勉强适宜 ($70<\text{value}<120$)、不适宜 ($0<\text{value}<70$),各等级分布基本上具有集中连片的特点 (图 4)。

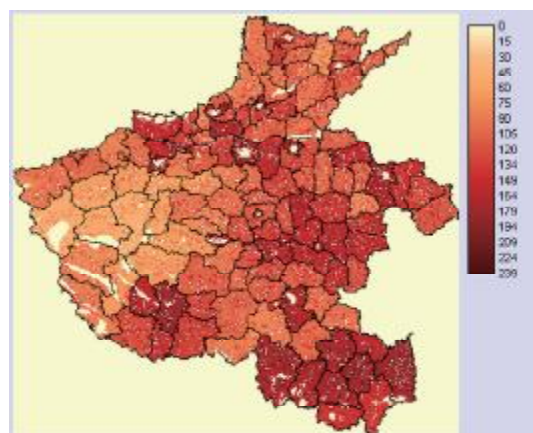
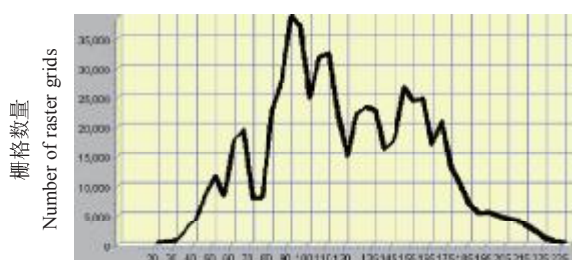


图 3 河南省池塘养殖适宜性综合评价模型图

图中标数值代表评价属性数值,数值越高颜色越深,该区域池塘养殖适宜性越好。

Fig.3 Map of overall evaluation model for pond aquaculture in Henan province

Figures in legend mean the suitability of pond aquaculture. With the color darkness, the suitability for pond aquaculture is getting better.



模糊算法得出的栅格分值 Fuzzy value

图 4 河南省池塘养殖适宜性综合评价模型图的线性直方图

Fig.4 Image histogram of overall model for pond aquaculture in Henan province

4 结果与分析

划分等级后的综合评价模型图如图 5 所示。紫色线条表示河南省 18 个市的行政边界。

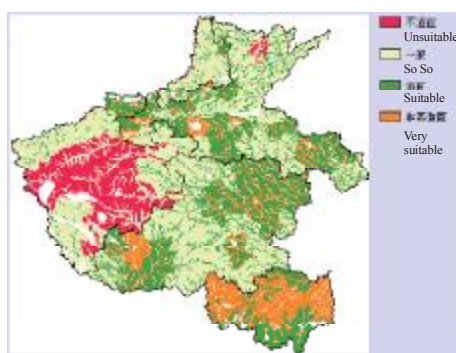


图 5 河南省池塘养殖适宜性综合评价模型适宜性图

Fig.5 Map of overall suitability model for pond aquaculture in Henan province

河南省池塘养殖适宜性评价结果(图5)表明,非常适宜养殖的地区占总评价面积的13%,主要分布在淮河南部信阳市、固始县、潢川县、光山县、息县、罗山县及南阳市、郑州市、开封市;适宜养殖的地区占总评价面积的35%,主要分布在信阳南部、郑州西部及南部大部分地区、周口大部分地区、漯河大部分地区、濮阳中部及北部部分地区及南阳南部等;不适宜养殖的区域占总评价面积的12%,主要集中在西部山区平顶山鲁山县、三门峡卢氏县、南阳的内乡县及南召县、洛阳南部的栾川县、洛阳县、宜阳县、伊川县、嵩县、汝阳县;其他地区为一般适宜地区,占到总评价面积的40%。

计算结果与实际情况基本吻合地区有:(1)西部山区包括位于西北部的属于太行山脉的9个县(区)和位于西部的属于秦岭山脉(其余脉在河南有伏牛山、熊耳山、崤山等)的24个县(区),共33个县(区)。据资料显示该区水源较差,适宜开挖池塘的荒废地有限,池塘养殖历史晚,养殖技术水平较低。(2)淮河南部区也属于黄淮海平原的一部分,有9个县(区)。据资料显示该区自然条件介于黄卫平原区及淮河南部区之间,属亚热带向暖温带过度区,气候温暖湿润,光照充足,雨量丰沛,河流和水库多;具有传统的食鱼习惯,以往以养殖鲢鳙鱼为主,2000年以后也大力发展名特养殖;池塘分布广,面积大;因养殖鲢鳙鱼的缘故,养殖单产不高。(3)黄淮之间区域由属于黄淮海平原的部分县(区)和属于南阳盆地的县(区)组成,有40个县(区)。据资料显示该区自然条件介于黄卫平原区与淮河南部区之间,适于池塘养殖的区域主要是大河流两岸的荒废地和东部部分县(区)的废弃的窑坑地(即旧砖场)养殖水平一般。

与实际情况不符合的是黄卫平原区,主要问题出现在延黄河及黄河故道一带的地区。黄卫平原区是黄淮海平原(黄河、淮河和海河,海河的支流在河南是卫河)的一部分,有44个县(区)。据资料显示,作为主要养殖区域的沿黄一带,是20世纪80年代后发展起来的渔业新区。起初是池塘高产养殖鲤,2000年以后也逐步进行品种结构调整;水源较好,已开挖和可开挖成池塘的荒废地多,养殖水平高。但图5显示,仅有郑州市及开封市的评价等级为4,即非常适宜池塘养殖;其他延黄河一带的地区等级仅为3,即适宜养殖。评价等级高于实际情况的地区有:开封与商丘交界的地方;评价等级低于实际情况的地区有:新乡市、原阳县、封丘

县、长垣县、濮阳市。

5 讨论

基于GIS技术的池塘养殖适宜性综合评价模型的应用,可以使评价对象的空间信息和属性信息相结合,使得评价结果更科学、合理和规范,并降低了主观因素的干扰。但最终评价结果的准确性主要取决于数据的获得和数据质量。本研究尝试了基于GIS技术的池塘养殖适宜性综合评价模型的应用,但受数据因素、评价指标体系等的限制,所得的结果尚待进一步研究。

5.1 评价因子

评价因子的选择是进行池塘养殖资源适宜性评价的关键。因子是否具有较好的代表性,将会影响评价的整个过程及最终结果。要获取科学系统、实用性高度统一的评价成果,遵循一定的评价原则是实现这一目标的前提。由于受项目研究时间和经费的限制,本研究只选择了13个评价因子,选取的数量还不够。有些数据由于缺乏历史记录或获取困难,研究中只能以相近的因素替代或换算;本研究是以河南省126个县市为评价单位,因此评价数据必须是全省126个县市都有精确记录的才可以收录,有的数据指标很难达到统一,致使评价体系不够完整。目前尚缺乏:①河南省有关洪水方面的数据,黄河及淮河洪灾直接影响当地池塘养殖的数据;②土地成本(某些地方即使条件非常适宜池塘养殖,但若其经济价值很高难以成为选择对象);③完整、准确的水功能图,由于河南省现有的水功能图中并未涵盖所有的河流,因而与实际情况有出入;④资金投入,由于不具有连续性,因此数据无法使用。

5.2 评价中的主观性

在选择评价因子和确定评价因子权重时主要运用了多元回归统计分析及层次分析法,但也结合了专家赋值法,如各因子成对比较先是采用了专家评分法。在不同专家、不同地区之间,由于经验的不同、对事物认识的不同、客观条件的不同,因此给出的结果差异较大,目前还没有较好的方法去平衡这些差异。如何科学、有效地选择评价因子、确定评价因子权重,减少人为主观因素,提高结果的科学性和有效性,仍需要进一步深入研究。

5.3 社会因素中的定性数据

GIS处理的数据必须量化,并以矢量或栅格图表示。但是影响池塘养殖发展的很多社会因素无法量化,因此本研究忽略了这些因素的研究。

参考文献:

- [1] 邱炳文,周勇,李学垣,等. GIS在土地资源和生态环境研究中的应用、问题与展望[J]. 华中农业大学学报,1999,18(4): 348-351.
- [2] 王桂芝. 基于GIS的土地适宜性评价模型研究:以三亚市热带土地为例[J]. 中国土地科学,1996,10(5): 40-44.
- [3] 陈松林. 基于GIS的荒地资源适宜性评价[J]. 福建地理,2001,16(1): 35-37.
- [4] 余济云,陈彩虹,曾思齐. 水土保持林的立地质量综合评价研究[J]. 西南农业大学学报,2001,23(5): 459-462.
- [5] 刘黎明,谢花林,赵英伟. 我国草地资源的可持续利用评价指标体系的研究[J]. 中国土地科学,2001,15(4): 43-46.
- [6] 蒋建军,倪绍祥,方开鸿. 结合城市规划的土地评价[J]. 南京师大学报:自然科学版,2000,23(1): 105-109.
- [7] 蒙睿,明庆忠,刘嘉伟. 西藏阿里地区旅游资源评价与开发[J]. 热带地理,2000,22(1): 57-61,75.
- [8] 杨明德,梁虹. 喀斯特峡谷景观资源的旅游评价[J]. 贵州师大学报:自然科学版,2000,(4): 1-4.
- [9] 陈文河,冯波,李冬阳. 地理信息系统在海洋渔业的应用[J]. 渔业经济研究,2005,1: 40-45.
- [10] 苏奋振,周成虎,邵全琴,等. 海洋渔业地理信息系统的发展、应用与前景[J]. 水产学报,2002,26(2): 169-174.
- [11] 联合国粮食及农业组织编. 土地评价纲要[M]. 罗马: 罗马联合国粮食及农业组织,1976.
- [12] 河南省统计局. 河南统计年鉴-2006[M]. 北京: 中国统计出版社,2006.
- [13] 河南省水利厅. 河南水利年鉴-2006[M]. 北京: 京华出版社,2006.
- [14] 中国气象局编委会. 中国气象年鉴-2006[M]. 北京: 气象出版社,2006.
- [15] 叶嘉安,宋小冬,钮心毅,黎夏. 地理信息与规划支持系统[M]. 北京: 科学出版社,2006.
- [16] Saaty T L(许树柏译). 层次分析法. 北京: 煤炭工业出版社,1998.
- [17] 王莲芬,许树柏. 层次分析法引论. 北京: 中国人民大学出版社,1990.
- [18] Jacek Malczewski. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature[J]. Geographical Information Science, 2006,20: 703-726.

GIS-based evaluation of aquaculture suitability in Henan Province

DU Ning^{1,2}, YANG Ning-sheng², SUN Ying-zhe²

(1. College of Economic Management, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 2. Department of Information & Economic, Chinese Academy of Fishery Science, Beijing 100039, China)

Abstract: The study focuses on the research on the evaluation method for pond aquaculture suitability. Take the pond aquaculture suitability in Henan province as the case study, a comprehensive quantitative method was established to evaluate the biophysical, economic, and social factors that affecting the development of pond aquaculture in the region, employing GIS techniques. After literature review, consultation with national and local aquaculture experts, and consideration of the local situations, 13 indicators were selected using multiple regression analysis. The indicators include: duration of available pond water, proximity to rivers and perennial streams, type of soil, slope steepness, soil pH, ranking of pond aquaculture experience, number of aquaculture technicians, number of pond aquaculture workers, percentage of pond aquaculture HH/agricultural HH, area of commercial fish enterprises, population density, average annual income per person and number of wholesale market, respectively. They were then categorized into 4 sub-models: water availability, land and soil condition, availability and access to inputs-knowledge and infrastructure, and market. The case study site was divided into 2 012 500 raster grids and each grid was regarded as an evaluation unit on the computer. Under the uniform geographical reference frame, the 13 indicators constructed new spatial information to formulate separate layers of evaluation. AHP (Analytical Hierarchy Process) was then applied to calculate each indicator's weight, and to construct sub-models and comprehensive models for evaluation of pond aquaculture suitability. A integrated calculation was conducted simultaneously using IDRISI, GIS software, hence the pond aquaculture in Henan province was divided into 4 grades in terms of suitability: very suitable, suitable, moderately suitable and unsuitable, respectively. The study provides referenced gist for aquaculture plan and management. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (3): 476-482]

Key words: pond aquaculture; suitability; evaluation model; GIS

Corresponding author: YANG Ning-sheng. E-mail: nsyang@cafs.ac.cn